

інформації в Україні. – К: НТУУ “КПІ” – СБУ, 2000. – С. 170. 2. Зиньковский Ю. Ф., Клименко В. Г. Задачи электромагнитной технической защиты основных информационно-вычислительных средств // Сб. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – К: НТУУ “КПІ”, СБУ. 2000. – С. 87– 92. 3. А. С. 1531663 (СССР), М кл. G01R 25/00. Способ измерения затухания / Водотовка В. И. и др. – Опубл. 23. 12. 89, Бюл. № 47. – 4 с. 4. А. С. 1592800 СССР, М. кл. G01R 25/00. Способ измерения неравномерности АЧХ СВЧ устройств / Водотовка В. И., Скрипник Ю. А. (СССР) – Опубл. 15. 05. 90, бюл. № 18. – 6 с. 5. Скрипник Ю. А., Головкин Д. Б. Методи і засоби частотно-дисперсійного аналізу речовин та матеріалів. Фізичні основи. – К.: ФАДА-ЛТД, 2000. – 200 с.

УДК 621.391.052

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТЫ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ОТВОДА В ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКОМ ТРАКТЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Владимир Водотовка, Сергей Бех*

Национальный технический университет Украины «КПИ»

**Технологический университет Подолья*

Аннотация: Предложен метод определения координаты несанкционированного подключения к волоконно-оптическому тракту.

Summary: The method for a determination of coordinate of unauthorized connecting to FOC is proposed.

Ключевые слова: Волоконно-оптический тракт, несанкционированный отвод.

I Постановка задачи

Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП), являясь самыми перспективными информационными системами, обладают очень высокой информационной безопасностью. Наиболее уязвим волоконно-оптический тракт (ВОТ), к которому возможно несанкционированное присоединение (отвод). В ряде работ предложены методы диагностики состояния ВОТ, основанные на средствах оптической рефлектометрии [1]. Им присущи известные недостатки, свойственные всем амплитудным рефлектометрам: низкое разрешение, подверженность влиянию дестабилизирующих факторов, узкий частотный и низкий динамический диапазоны.

II Основная часть

Предложенный метод определения координат отвода в ВОТ состоит в следующем [2]. Когерентное оптическое излучение исходной частоты разделяют на опорный и дистанционный пучки, из которых дистанционный пучок направляют в контролируемый ВОТ, а опорный пучок – на размещенный на известном расстоянии отражатель. Совмещают в плоскости фотоприемника пучок, отраженный от неоднородности в ВОТ в виде отвода, с пучком, отраженным от отражателя в опорном канале. Интенсивность освещения образованной интерференционной полосы, которая функционально связана с разностью фаз колебаний дистанционного и опорного пучков, преобразуется фотоприемником в электрическое напряжение

$$U = S_1(1 + \gamma_1)I_0 \cos^2 \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{2} + \delta_1, \quad (1)$$

где S_1 – нормированная чувствительность фотоприемника;

$\gamma_1 = \Delta S / S_1$ – относительная погрешность чувствительности фотоприемника, отражающая изменение наклона его градуировочной характеристики;

δ_1 – абсолютная погрешность нуля, отражающая смещение градуировочной характеристики;

I_0 – интенсивность освещения локальной области интерференционной полосы;

Φ_1, Φ_2 – начальные фазы колебаний дистанционного и опорного пучков.

Напряжение (1) преобразуют в цифровой код

$$n = Ent \left[\frac{U}{\Delta U} \right] = S_2 \cdot (1 + \gamma_2) \cdot I_0 \cos^2 \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} + \delta_2, \quad (2)$$

где $Ent \left[\frac{U}{\Delta U} \right]$ – целая часть числа; ΔU – шаг квантования аналогового сигнала U ;

$S_2 = \frac{1}{\Delta U}$ – чувствительность аналого-цифрового преобразования;

γ_1, δ_1 – погрешности.

Далее преобразуем функцию (2), для чего выполняем операции извлечения корня и определения обратной тригонометрической функции. Результат такой операции представляется в виде

$$n_1 = S_0 (1 + \hat{\gamma})(\varphi_1 - \varphi_2) + \hat{\delta}, \quad (3)$$

где S_0 – коэффициент преобразования (результатирующая чувствительность);

$\hat{\gamma}, \hat{\delta}$ – медленно изменяющиеся составляющие результирующей мультипликативной и аддитивной погрешностей преобразования.

В зависимости от измеряемого расстояния и частоты интенсивность излучения изменяется линейно-периодически, причем каждый линейный участок преобразовательной характеристики соответствует изменению разности фаз интерферирующих сигналов от 0 до 2π

$$n_1 = S_0 \cdot (1 + \hat{\gamma})(\varphi_1 - \varphi_2) + \hat{\delta} = S_0 \cdot (1 + \hat{\gamma})(p + q) \cdot 2\pi + \hat{\delta}, \quad (4)$$

где p – целое число фазовых циклов; q – дробное число фазового цикла.

При длине контролируемого канала D_x , многим больше длины волны ($D_x \gg \lambda$), n_1 соответствует одному из линейных участков преобразовательной характеристики. В пределах этого участка с учетом погрешностей фазоизмерительного преобразования расстояния D_1 , пройденного дистанционным пучком, имеем

$$n_1 = S_0 \cdot (1 + \hat{\gamma}) \left[2\pi \nu_1 \frac{2(D_x - D_1)}{v} - 2\pi p \right] + \hat{\delta}, \quad (5)$$

где ν_1 – исходная частота излучения; v – скорость распространения сигнала в тракте; D_1 – расстояние, которое проходит сигнал в опорном канале.

Далее уменьшается длина опорного канала на калиброванную величину ΔD , выбираемую из условия:

$$(5 \dots 10) \Delta D_0 \ll \Delta D < (1/8 \dots 1/4) \lambda,$$

где ΔD_0 – минимальное изменение расстояния, которое может быть обнаружено (порог чувствительности).

Порог чувствительности зависит от уровня фазовых флуктуаций. Поэтому значение калиброванного изменения ΔD можно выразить через дополнительно вносимый сдвиг

$$(5 \dots 10) \cdot \Delta \varphi_0 < 2\pi \nu_1 \frac{2\Delta D}{v} < (1/4 \dots 1/2) \cdot \pi, \quad (6)$$

где $\Delta \varphi_0$ – среднеквадратичное отклонение флюктуирующей разности фаз.

Нижний предел неравенства (6) выбран из соображения возможности обнаружения и регистрации минимального изменения разности фаз интерферирующих пучков на фоне фазовых флуктуаций. При распределении фазовых флуктуаций по нормальному закону максимальная случайная погрешность с вероятностью 0,997 не превышает утроенного значения среднеквадратического отклонения величины $\Delta \varphi_0$. Поэтому коэффициент $5 \dots 10$ достаточен для достоверной регистрации минимального изменения разности $D_x - D_1$.

Верхний предел неравенства (6) обеспечивает фазоизмерительное преобразование разности $D_x - D_1 = (1/8 \dots 1/4) \lambda$ в пределах одного линейного участка преобразовательной характеристики, то есть в пределах длины стоячей волны.

При уменьшении разности хода интерферирующих сигналов в соответствии с (6) результат измерения изменяется в пределах одного линейного участка характеристики и возрастает до значения

$$n_2 = S_0 \cdot (1 + \gamma) \left[2\pi\nu_1 \frac{2(D_x - D_1 - \Delta D)}{\nu} - 2\pi p \right] + \delta. \quad (7)$$

Если разность фаз при преобразовании (4) оказалась больше 270° , т. е.

$$2\pi\nu_1 \frac{D_x - D_1}{\nu} = \Delta\varphi_1 > 3/2\pi,$$

где $\Delta\varphi_1$ – дробная часть разности фаз, то уменьшение опорного пути может вызвать не увеличение, а уменьшение n_2 за счет перехода на соседний линейный участок. Переход на соседний участок характеристики означает выход интерференционной полосы из области обнаружения ее фотоприемником. Для исключения неоднозначности и обеспечения работы в пределах одного линейного участка характеристики сравнивают значения n_1 и n_2 . При регистрации результата $n_2 < n_1$ увеличивается длина пути опорного сигнала на ΔD и фиксируется уменьшенная интенсивность освещения интерференционной полосы

$$n_2' = S_0 \cdot (1 + \gamma) \left[2\pi\nu_1 \frac{2(D_x - D_1 - \Delta D)}{\nu} - 2\pi p \right] + \delta. \quad (8)$$

Если же результат соответствует $n_2 > n_1$, то уменьшается частота на величину $\Delta\nu$, выбранную из условия приближения измеренного значения к первоначальному n_1 (частотная компенсация):

$$n_3 = S_0 \cdot (1 + \gamma) \left[2\pi\nu_2 \frac{2(D_x - D_1 + \Delta D)}{\nu} - 2\pi p \right] + \delta, \quad (9)$$

где $\nu_2 = \nu_1 - \Delta\nu$ – второе значение частоты излучения.

Если $n_3 < n_1$, то увеличивают частоту на $\Delta\nu$ и фиксируют значение:

$$n_3' = S_0 \cdot (1 + \gamma) \left[2\pi\nu_3 \frac{2(D_1 - D_2 - \Delta D)}{\nu} - 2\pi p \right] + \delta, \quad (10)$$

где $\nu_3 = \nu_1 + \Delta\nu$.

Затем восстанавливается первоначальная длина пути опорного сигнала ($\Delta D = 0$) и фиксируется четвертое значение:

$$n_4 = S_0 \cdot (1 + \gamma) \left[2\pi\nu_2 \frac{2(D_x - D_2)}{\nu} - 2\pi p \right] + \delta, \quad (11)$$

или
$$n_4' = S_0 \cdot (1 + \gamma) \left[2\pi\nu_3 \frac{2(D_x - D_2)}{\nu} - 2\pi p \right] + \delta$$

при другом знаке приращения частоты.

Далее определяется координата несанкционированного отвода:

$$D_x = \Delta D \cdot N \text{ или } D_x = \Delta D_1 \cdot N', \quad (12)$$

где
$$N = \frac{n_1 - n_4}{(n_1 - n_4) - (n_2 - n_3)}; \quad N' = \frac{n_4' - n_1}{(n_4' - n_1) - (n_3' - n_2')}.$$

Дополнительное калиброванное изменение длины пути опорного пучка ΔD осуществляется смещением отражателя, установленного в опорном канале, путем воздействия электрического напряжения на пьезокерамический держатель этого отражателя. Калибровка такого смещения осуществляется по известной разности расстояний, проходимых дистанционным и опорным пучками. Для этого с помощью образцовой меры длины, например, плоскопараллельной концевой меры с относительной погрешностью $2 \cdot 10^{-7}$, устанавливается известная разность хода интерферирующих пучков. Затем неподвижный отражатель с помощью напряжения, приложенного к пьезокерамическому держателю, смещается на расстояние, определяемое из условия (6).

Измерительный прибор, реализующий предложенный метод определения координаты несанкционированного отвода от ВОТ, работает следующим образом. Излучение лазера разделяется на опорный и дистанционный пучки. Первый пучок отражается от отражателя в опорном канале, а второй – от

контролируемого несанкционированного отвода. Отраженные пучки интерферируют в плоскости фотоприемника, с помощью которого интенсивность освещения интерференционной полосы преобразуется в напряжение и далее в код посредством АЦП. Результат преобразования запоминается в ОЗУ ЭВМ.

По команде ЭВМ, записанной в ее ПЗУ, через ЦАП на пьезокерамический держатель подается управляющее напряжение, которое перемещает опорный отражатель на калиброванное расстояние, а соответствующий результат преобразования интенсивности освещения интерференционной полосы запоминается ОЗУ. Затем по команде ЭВМ через ЦАП формируется управляющее воздействие на лазер, частота которого изменяется на величину $\pm \Delta\nu$. Соответствующие результаты преобразования запоминаются ОЗУ. Выполняются вычисления и результат измерения расстояния до отвода регистрируется на дисплее ЭВМ.

В программу ЭВМ введен алгоритм выбора знака приращения частоты излучения лазера и перемещения опорного отражателя исходя из условий работы в пределах одного линейного участка преобразовательной характеристики, т. е. в пределах одной интерференционной полосы.

Определение расстояния до несанкционированного отвода может быть осуществлено без знания приблизительного его значения. Благодаря малым изменениям исходной частоты сигнала

$$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta D}{D} = \frac{\lambda}{(4 \dots 8) D_x} \ll 1 \right),$$
исключается влияние дисперсии скорости волны на точность измерения.

III Выводы

Изложенный метод определения координаты несанкционированного отвода в ВОТ и реализующий его измерительный прибор обладают рядом преимуществ над известными [3, 4]:

- результат измерения (12) содержит образцовую меру длины ΔD , с которой сопоставляется измеряемая величина D_x , то есть измерительный прибор обладает самокалибровкой;

- результат измерения не зависит от конструктивного исполнения отвода, так как не содержит значений интенсивности преломленного или отраженного отводом оптического сигнала, а также практически не зависит от изменения исходной частоты оптического сигнала.

Литература: 1. Авдеев С., Свинцов А. ВОСП и защита информации // Сб. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – К.: НТУУ «КПІ» – 2000. – С. 147 – 149. 2. А. с. № 1783301 А1 (СССР). Способ определения расстояний / Водотовка В. И. и др. Опубл. Б. И. № 47, 1997. 3. Патент Великобритании № 1168971, кл. G01C 3/08. 4. Большаков В. Д. и др. Радиогеофизические и электрооптические измерения. – М.: Недра, 1985. – С. 52.

УДК 638.235.231

НОВЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ «СИГУРД» И «ШЕПОТ»

Сергей Калинин, Андрей Кондратьев

Центр безопасности информации «МАСКОМ»

Аннотация: Представлены автоматизированные системы оценки защищенности информации «СИГУРД» и «ШЕПОТ».

Summary: The presentation of “SEGURD” and “SHOPOT” auto measuring systems for special reseachings.

Ключевые слова: Оценка защищенности информации, метрологическое обеспечение.

I Введение

Проблема обеспечения специальных исследований на соответствие требованиям защищенности информации автоматизированными измерительными средствами в настоящее время является в России чрезвычайно актуальной. Это связано с несколькими факторами. Во-первых, с высокой трудоемкостью специальных исследований, что повышает вероятность ошибки оператора. Во-вторых, с постоянно растущим объемом работ по проведению специсследований. Наконец, при проведении измерений вручную большую роль играет субъективность исполнителя. Использование автоматизированных систем оценки защищенности информации позволит решить проблему повторяемости результатов.